



**PERBEDAAN GAMBARAN HISTOPATOLOGI OTAK TIKUS
WISTAR AKIBAT PAPARAN ARUS LISTRIK PADA MEDIA
AIR TAWAR DAN AIR LAUT**

JURNAL MEDIA MEDIKA MUDA

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar sarjana
strata 1 kedokteran umum**

**SYAIFUL RIZAL
22010110120132**

**PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN JURNAL MEDIA MEDIKA MUDA KTI

**PERBEDAAN GAMBARAN HISTOPATOLOGI OTAK TIKUS *WISTAR*
AKIBAT PAPARAN ARUS LISTRIK PADA MEDIA AIR TAWAR DAN
AIR LAUT**

Disusun oleh

SYAIFUL RIZAL

22010110120132

Telah disetujui,


Semarang, 18 Juli 2014

Pembimbing I



**dr. Arif R Sadad, Sp.F,Msi.med,S.H,DHM
197002202005011002**

Pembimbing II



**dr. Siti Amarwati, Sp. PA (K)
195108061979032001**

Ketua Penguji



**dr. Tuntas Dhanardhono Msi, Med
198312022010121007**

Penguji



**dr. Sigid Kirana Lintang Sp.KF
198602062009122002**

Ketua Program Studi

**dr. Erie Andar B.P.S, Sp.BS, PAK(K)
195412111981031014**

PERBEDAAN GAMBARAN HISTOPATOLOGI OTAK TIKUS *WISTAR* AKIBAT PAPARAN ARUS LISTRIK PADA MEDIA AIR TAWAR DAN AIR LAUT

Syaiful Rizal*, Arif Rahman Sadad**, Siti Amarwati***

ABSTRAK

Latar belakang : Kecelakaan akibat paparan arus listrik dapat membahayakan manusia. Kasus kecelakaan akibat listrik seringkali terjadi melalui media air. Otak adalah organ yang dapat dilewati aliran listrik (konduktivitas) dan peka terhadap rangsangan (stimulus). Komplikasi luka trauma listrik pada otak dapat mengganggu status mental, mengakibatkan apnoe, merusak sel saraf yang disebut ensefalopati anoksik, perdarahan subaraknoid, dan organic brain syndrome. Dewasa ini terdapat beberapa pustaka dan penelitian mengenai akibat trauma listrik yang sudah diteliti. Namun belum pernah ada penelitian yang membahas kerusakan otak akibat paparan arus listrik pada media air.

Tujuan : Mengetahui perbedaan gambaran histopatologis otak tikus *Wistar* akibat paparan arus listrik pada media air tawar dan air laut.

Metode : Penelitian *true experimental laboratorik* dengan *post test only group design*. Sampel penelitian adalah tikus *Wistar* jantan yang memenuhi kriteria inklusi dan eklusi, kemudian dibagi secara acak dengan *simple random sampling*. Paparan arus listrik yang digunakan adalah arus AC, tegangan 220 V, kuat arus 200 mA dan frekuensi 50 Hz selama 60 detik. Media hantaran yang digunakan adalah air tawar dan air laut. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung gambaran histopatologi otak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Shaphiro-Wilk* kemudian dilanjutkan dengan uji-t tidak berpasangan.

Hasil : Uji *Shaphiro-Wilk* didapatkan distribusi data normal ($p > 0,05$) yaitu kelompok air tawar ($p=0,328$) dan kelompok air laut ($p=0,939$). Uji-t tidak berpasangan didapatkan ($p \leq 0,001$), karena $p < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kelompok air tawar dan air laut.

Kesimpulan : Paparan arus listrik pada media air tawar dan air laut menyebabkan terjadinya perbedaan gambaran histopatologi otak.

Kata Kunci : Paparan arus listrik, media air tawar dan air laut, gambaran histopatologi otak, tikus *Wistar*.

* Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

** Staf Pengajar Bagian Kedokteran Forensik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

*** Staf Pengajar Bagian Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

THE DIFFERENCE OF HISTOPATHOLOGY DESCRIPTION OF WISTAR MOUSE BRAIN WHICH WAS GIVEN AN ELECTRIC ON THE MEDIA BOTH A PURE ONE AND A SEAWATER

Syaiful Rizal*, Arif Rahman Sadad**, Siti Amarwati

ABSTRACT

Background: *Accidents caused by exposure to an electric current can be harmful to humans. Case of electrical accidents often occur through the water media. The brain is an organ that can be passed to the flow of electricity (conductivity) and sensitive to stimuli (stimulus). Complications of traumatic injury to the brain can interfere with electrical mental status, resulting in apnoea, damaging nerve cells called anoxic encephalopathy, subarachnoid hemorrhage, and organic brain syndrome. Today there are several literature and research on electrical trauma has been studied. But there has never been research that brain damage from exposure to electric current in aqueous media.*

Aim: *Knowing the histopathologic pictures differences of Wistar rat brain as a result of exposure to electric current on medium fresh water and seawater.*

Methods: *True experimental laboratory research with a post-test only group design. Study sample was male wistar rats that has met the inclusion and exclusion criteria, were randomized by simple random sampling. Exposure to electric current is AC current, voltage 220 V, 200 mA and a frequency of 50 Hz for 60 seconds. The conducting medium used was fresh water and seawater. Data was collected through direct observation of histopathologic picture of the brain. Normality test used is Shaphiro-Wilk test was followed by independent t-test. Shaphiro-Wilk test results obtained data were normally distributed ($p > 0.05$), namely freshwater group ($p = 0.328$) and sea water group ($p = 0.939$). independent t-test is obtained ($p \leq 0.001$), as $p < 0.05$, it can be concluded that there are significant differences between the groups of fresh water and seawater.*

Result: *The statistic result using Independent t-test is there is a significant difference of necrosis areas skin at Wistar rat resulted by exposure of pure and sea water conducted electrical current ($p=0,0001$)*

Conclusion: *Exposure to electric current in the media freshwater and seawater causes brain histopathologic differences.*

Keywords: *Exposure to electric current, medium freshwater and seawater, picture brain histopathology, wistar rats.*

*Undergraduate student of Faculty of Medicine Diponegoro University

**Department of Forensic Medicine Faculty of Medicine Diponegoro University

***Department of Pathology Anatomi Faculty of Medicine Diponegoro University

PENDAHULUAN

Paparan oleh benda bermuatan listrik dapat menimbulkan luka bakar sebagai akibat berubahnya energi listrik menjadi panas. Kerusakan yang timbul sangat penting untuk mendiagnosis adanya luka pada jaringan tubuh agar dapat ditentukan tindakan selanjutnya. Sebagian besar luka akibat paparan listrik terjadi pada anak-anak, remaja dan pekerja yang beresiko terkena paparan bahaya listrik.

Luka ke luar yang diakibatkan sengatan listrik lebih besar menyerupai luka bakar daripada luka masuk yang hanya seperti luka tertusuk jarum dan luka traumatik yang mengiringi luka sengatan listrik juga dapat membuat bias atau kerancuan dalam menegakkan diagnosis. Membuktikan penting bagi dokter umum atau dokter forensik untuk mendiagnosa secara tepat. Paparan listrik yang masuk ke dalam tubuh, akan menimbulkan kerusakan terutama terjadi pada jaringan saraf, pembuluh darah dan otot. Paparan listrik dapat mengakibatkan nekrosis berupa koagulasi, kerusakan pembuluh darah dan kematian sel saraf.

Otak adalah organ yang dapat dilewati oleh aliran listrik dan dapat menimbulkan paralisis pusat pernafasan. Sifat dari otak (jaringan saraf) peka terhadap rangsangan (stimulus), sifat ini biasa disebut eksitabilitas atau iritabilitas dan dapat menghantarkan rangsangan tersebut secara amat sempurna, sifat ini disebut konduktivitas. Susunan saraf pusat mempunyai suatu organisasi yang amat rumit dan merupakan substrat anatomi yang mendasari reaksi-reaksi penyesuaian suatu jasad terhadap kebutuhan dan perubahan sekitarnya serta di dalam tubuh.

Komplikasi luka trauma listrik pada otak dapat mengganggu status mental, agitasi, koma, kejang, edema serebral, ensefalopati hipoksia, nyeri kepala, periferik neuropati, insomnia dan emosi labil. Gejala klinis yang bisa tampak, yaitu:

- 1) Arus listrik yang melintasi pusat pernafasan bisa mengakibatkan *apnoe* dan kematian.
- 2) Arus listrik yang menimbulkan *apnoe* sementara si penderita dapat luput dari kematian, kemungkinannya bahwa ia mendapatkan *ensefalopati anoksik*.

- 3) Arus listrik dapat menyebabkan meningitis, perdarahan subaraknoid dan trombosis serebri
- 4) Efek destruktif yang langsung mengenai jaringan otak dapat mengakibatkan nekrosis sel-sel saraf dan dapat dijumpai demensia dan berbagai gambaran "*organic brain syndrome*".
- 5) Arus listrik yang melintasi medula spinalis dapat menimbulkan gangguan terhadap pembuluh darah atau langsung mengalami nekrosis di substansia alba dan substansia grisea.
- 6) Saraf perifer yang terkena arus listrik bisa kehilangan fungsinya seketika itu juga, karena proses destruktif akibat paparan listrik pada akson dan mielin.

Paparan listrik yang terjadi pada media air lebih cepat menimbulkan kerusakan organ-organ dalam tubuh dan kematian. Kandungan ion yang terdapat pada media air tawar dan media air laut juga mempengaruhi reaksi paparan arus listrik yang terjadi.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka penulis bermaksud mengadakan penelitian eksperimental untuk melihat perbedaan gambaran histopatologi otak tikus *Wistar* akibat paparan arus listrik pada media air tawar dan media air laut. Penelitian ini menggunakan hewan coba tikus *Wistar* karena secara kode etik tidak mungkin melakukan percobaan pada manusia dan tikus *Wistar* memiliki sifat homolog dengan manusia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berjenis eksperimental murni (*true experimental*) dengan rancangan *the post test only group design* dan dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Laboratorium Konversi Energi Listrik dan Sistem Tenaga Listrik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, dan Bagian Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Penelitian ini menggunakan sampel 12 ekor tikus *Wistar* jantan usia 3-4 minggu dengan berat 150-250 gram yang dibagi menjadi 2 kelompok, dimana setiap kelompok terdiri dari 6 ekor mencit. Sebelum

diberi perlakuan, mencit terlebih dahulu diadaptasi serta diberi makanan dan minuman standar secara *ad libitum* selama 7 hari.

Kelompok pertama adalah kelompok perlakuan tikus Wistar yang akan diberi paparan arus listrik melalui media air tawar sedangkan kelompok kedua adalah kelompok yang akan diberi paparan arus listrik melalui media air laut. Besar aliran listrik yang digunakan adalah arus AC (*alternating current*) yang sudah dirangkai dengan besar 200 mA, 220 Volt, 50Hz untuk kedua kelompok perlakuan selama 60 detik.

Pada hari ke 8 tikus akan dilakukan penimbangan kemudian dilakukan paparan arus listrik melalui media air tawar dan air laut. Tikus yang belum mati akan dilakukan dekapitasi. Setelah tikus mati dilakukan pembuatan dan pembacaan preparat dari organ otak tikus. Masing-masing preparat dibaca pada 5 lapangan pandang dengan perbesaran 400x. Sasaran yang dibaca adalah perubahan abnormal gambaran histopatologi pada hipokampus dengan menghitung sel yang mengalami piknotik. Untuk mengurangi hasil bias, pembacaan diulang dalam 2 kali pembacaan.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program SPSS 15.0 for *Windows* dan selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Apabila distribusi data normal maka akan dilakukan uji hipotesis menggunakan *independent-t test*, sedangkan apabila distribusi data tidak normal maka akan menggunakan *Mann Whitney test*

HASIL

Data perhitungan jumlah sel piknotik dibandingkan dengan jumlah sel seluruhnya yang teramati pada tiap lapangan pandang lalu diprosentasekan.

Rerata (prosentase) kerusakan sel yang ditandai dengan adanya sel piknotik pada sediaan histopatologi otak tikus wistar yang diberi paparan arus listrik pada air tawar.

Rerata kerusakan sel					
Tikus 1	Tikus 2	Tikus 3	Tikus 4	Tikus 5	Tikus 6
13,78%	12,80%	9,30%	9,56%	11,57%	9,87%

Rerata (prosentase) kerusakan sel yang ditandai dengan adanya sel piknotik pada sediaan histopatologi otak tikus wistar yang diberi paparan arus listrik pada air laut.

Rerata Kerusakan sel					
Tikus 1	Tikus 2	Tikus 3	Tikus 4	Tikus 5	Tikus 6
22,86%	22,14%	20,07%	22,59%	25,89%	24,08%

Lalu data diuji normalitas dengan uji normalitas Shapiro Wilk

Kelompok	p
Air tawar	0,328
Air laut	0,939

Dari tabel normalitas didapatkan distribusi data normal ($p > 0,05$), sehingga untuk uji beda tidak berpasangan selanjutnya digunakan uji-t tidak berpasangan.

Kemudian dilakukan uji beda dengan uji-t tidak berpasangan

Kelompok	Mean \pm SD	p
Air tawar	11,15 \pm 1,866	0,000
Air laut	22,94 \pm 1,95	

Dari tabel uji beda, uji-t tidak berpasangan didapatkan nilai $p \leq 0,001$, karena $p < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna jumlah kerusakan sel saraf tikus *Wistar* pada media air tawar dan air laut.

PEMBAHASAN

Sel saraf otak dapat dilewati oleh aliran listrik secara sempurna (konduktivitas) dan otak peka terhadap rangsangan. Kerusakan yang ditimbulkan berupa ensefalopati anoksik, perdarahan subarakhnoid, apnoe, dan kematian.

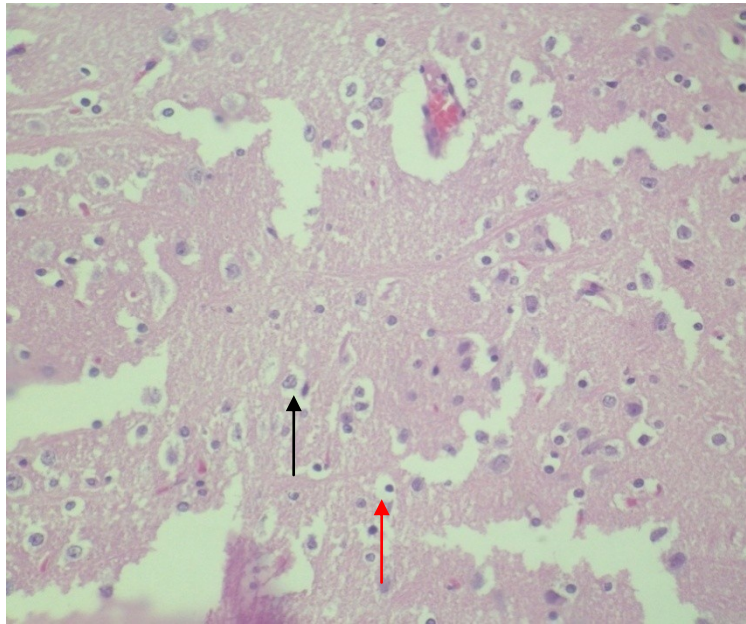
Media hantaran air laut yang memiliki kandungan ion lebih banyak dan satuan konduktivitas yang lebih besar mempengaruhi kerusakan sel otak. Pada penelitian ini tidak ditemukan kerusakan bagian luar tubuh tikus. Efek tidak langsung yang sesuai dengan hukum Joule tidak terjadi karena energi panas yang dihasilkan relatif kecil. Oleh sebab itu sulit untuk dilihat secara makroskopis.

Bagian otak yang diteliti adalah hipokampus, karena hipokampus bagian otak yang memiliki sel neuron paling rentan mengalami kerusakan. Membran sel yang menggunakan *sinyal bioelectrical* seperti sel saraf akan lebih rentan rusak. Perubahan gambaran histopatologi diukur dengan penilaian kuantitatif, yaitu dengan menghitung jumlah sel piknotik.

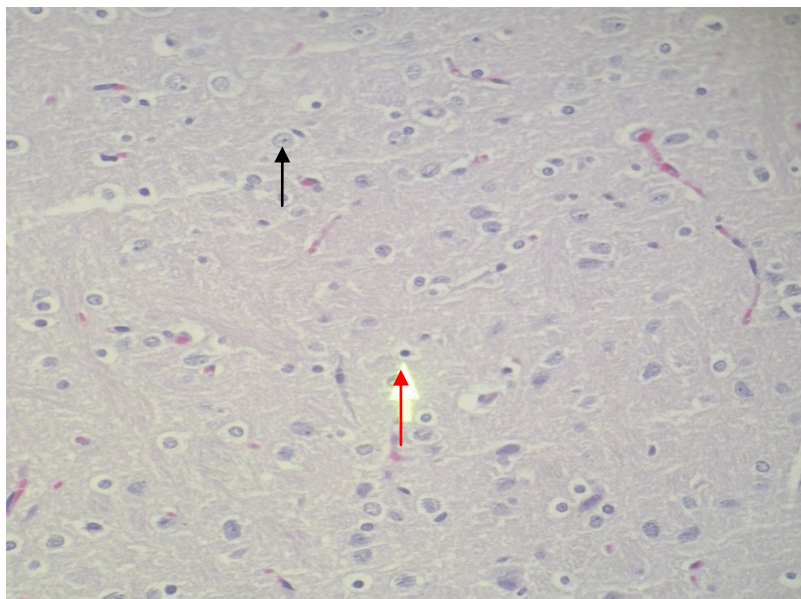
Ciri-ciri sel piknotik yaitu sel yang mengecil dan padat. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan perbandingan jumlah sel piknotik dan jumlah sel secara keseluruhan tiap lapangan pandang dalam bentuk persentase.

Adapun beberapa keterbatasan dalam penelitian ini adalah sampel dalam penelitian ini menggunakan besar sampel minimal sehingga faktor peluang masih berpengaruh. Penelitian selanjutnya untuk mengoptimalkan hasil penelitian ini

hendaknya dilakukan dengan skala yang lebih besar. Sedangkan keterbatasan dalam pembacaan preparat adalah kesukaran dalam menghitung kerusakan selain adanya sel piknotik. Berikut adalah gambaran histopatologi sel otak tikus wistar pada kelompok perlakuan di air tawar,



Berikut adalah gambaran histopatologi sel otak tikus wistar pada kelompok perlakuan di air laut,



Keterangan gambar :

Panah hitam : Sel saraf normal

Panah merah : Sel piknotik dengan inti mengecil dan memadat

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat perbedaan gambaran histopatologi otak tikus *Wistar* setelah diberi paparan arus listrik pada media air tawar dan air laut. Terjadi kerusakan berupa adanya sel piknotik tiap lapangan pandang karena paparan arus listrik. Peningkatan jumlah persentase antara kerusakan sel saraf otak tikus *Wistar* di media air tawar terhadap sel saraf otak tikus *Wistar* di media air laut. Terdapat perbedaan bermakna jumlah persentase kerusakan sel saraf otak tiap lapangan pandang antara kelompok perlakuan. Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh paparan arus listrik pada area-area tertentu di otak, perlu dilakukan penelitian pengaruh paparan arus listrik pada otak dengan kuat arus, tegangan listrik, dan lama paparan yang berbeda, teknik paparan arus listrik pada media air harus diawasi agar elektrode tidak menyentuh bagian tubuh tikus, dan perlu adanya penelitian untuk membandingkan kerusakan histopatologi otak tikus *Wistar* akibat paparan arus listrik di media air pada tikus yang telah cukur rambut atau tidak cukur rambut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Diponegoro Semarang, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, dr.Arif Rahman Sadad Sp.F,Msi.Med,S.H,DHM, dr. Siti Amarwati Sp.PA(K), dr.Tuntas Dhanardhono,Msi.Med dan dr.Sigid Kirana Lintang Bhima Sp.KF, Kepala Bagian dan seluruh jajaran staf Bagian Forensik, Ibu Kartika Widyaningrum dan staf Laboratorium Biologi F-MIPA Universitas Negeri Semarang, Mochammad Facta, S.T, M.T, APP, Ph.D dan Ir. Yuningtyastuti serta staf Laboratorium Konversi

Energi Listrik dan Sistem Tenaga F-Elektro Universitas Diponegoro, Orang tua dan seluruh keluarga, Decky Kasman dan Fandi Rachman, dan pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Daley BJ, et al. Electrical injuries [Internet]. 2004. [cited 2014 Jan 25]. Available from: <http://www.emedicine.com/med/topis2810.htm/>
2. Leibovici D, et al. Electrical injuries: Current Concepts Injury. In: Aru Sudoyo, editor. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. edisi 4. Jakarta: Penerbit Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2007.
3. Bacon CJ, et al. Case Study of Thermal Environment Proceeding Haemorrhagic Shock Encephalopathy. In: Aru Sudoyo, editor. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Edisi 4. Jakarta: Penerbit Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2007.
4. Giesbrecht GG. Cold stress, Near Drowning and Accidental Hypothermia. In: Aru Sudoyo, editor. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. edisi 4. Jakarta: Penerbit Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2007.
5. Cooper AM, Price TG. Electrical and Lightning injuries [Internet]. 2007.[cited 2014 Jan 25]. Available from URL:<http://www.uic.edu/labs/lightninginjury/Electr&Ltn.pdf/>
6. DiMaio VJ, DiMaio D. Forensic Pathology. 2nd ed. Boca Raton (FL): CRC Press LCC; 2001.
7. Sukardi, E. Neuroanatomia Medica. Jakarta: Universitas Indonesia; 1984.
8. Aru Sudoyo, editor. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Jakarta: Penerbit Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2007.
9. Mardjono, Mahar, Priguna Sidharta (cetakan kedua). Neurologi Klinis Dasar. Jakarta; PT. Dian Rakyat; 2008.

10. Gabriel JF. Fisika kedokteran. Jakarta. EGC: 1996.
11. Ega, Wijaya Putra. Efek Paparan Arus Listrik Melalui Medium Air Terhadap Kerusakan Histopatologi Otot Jantung Tikus Wistar. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2010.
12. Widiastuti, Andhita. Hubungan Antara Besarnya Paparan Kuat Arus Listrik Bolak-Balik di dalam Air terhadap Gambaran Kerusakan Otot Interkostalis Tikus Wistar. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2008.
13. Mudi, Nurina Dosy. Efek Paparan Arus Listrik Melalui Medium Air Terhadap Kerusakan Histopatologi Otot Gastrocnemius Tikus Wistar. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2010.
14. Wright RK. Electrical Injuries [Internet]. 2005. [cited 2014 Feb 1]; Available from URL: <http://www.emedicine.com/EMERG/topic162.htm/>
15. Liotta EA. Burn, Electrical. [Internet]. 2006. [cited 2014 Feb 1]; Available from URL: <http://www.emedicine.com/derm/topic859.htm/>
16. Dzhokic G, Jovhevska J, Dika A. Electrical Injuries: Etiology, Pathophysiology and Mechanism. Macedonian Journal of Medical Sciences; 2008.
17. JD Brian. Electrical Injuries [Internet]. 2008. [cited 2014 Feb 1]; Available from URL: <http://emedicine.medscape.com/article/433682-overview/>
18. Kandungan Unsur Dalam Air [Internet]. 2014. [cited 2014]. Available from URL: <http://pag.bgl.esdm.go.id/siat/?q=content/kandungan-unsur-dalam-air-tanah/>
19. Fatteh A. Handbook of Forensik Pathology. Philadelphia: JB Lippincott Company; 1973.
20. Susunan sistem saraf; fungsi dasar sinaps, substansi transmitter. In: Guyton AC, Hall JE. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Penerjemah: Irawati, Ramdan D, Indriyani F. Jakarta: EGC Medical Publisher. 2006.
21. Jaringan Saraf. In: Soejoto. Lecture Notes Histologi 1. Semarang: Badan Penerbit Bagian Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. 2011.

22. Knight B, Forensic Pathology. London: Arnold; 1996.
23. Spies C, Trohman RG. Electrocution and life-threatening electrical injuries. *Annals of internal medicine* [Internet] 2006. [cited 2014 Feb 1]; 145(7): 531-7. URL:<http://www.annals.org/cgi/content/abstract/145/7/531/>
24. Respon sel terhadap rangsang. In: Sarjadi. *Patologi Umum*. Semarang: Badan penerbit Universitas Diponegoro; 2003.
25. Robbins SL, Kumar V, Cotran RS. *Robbin's Pathologic Basis of Disease*. 5th edition. Philadelphia and London: W.B. Saunders Company; 1974.
26. Sudigdo S, Sofyan I. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Edisi2. Jakarta: Sagung Seto; 2002.